

для выявления покрасневших звезд в близких инфракрасных лучах, можно использовать инфрахроматический фотоматериал с провалом чувствительности около 8000Å. Действительно, в этом случае, наличие провала чувствительности инфрахроматического фотоматериала около 8000Å делает заметным аномальное усиление интенсивности длинноволнового конца спектра звезды раннего спектрального класса с большим покраснением. На рис. 2 приводим микрофотограммы трех звезд: спектрального класса C, B и B с большим избытком цвета. Этот метод аналогичен методу выявления покрасневших звезд с использованием чрезвычайно низкодисперсных спектров (30000Å/мм), полученных на фотоматериале с провалом чувствительности в красном участке спектра III.

Использование поглощающего фильтра упростит также определение цвета звезд по методу продольного спектрографа. Надо думать, что использование поглощающего фильтра упростит также выявление красных и покрасневших звезд, а в других участках спектра, вообще, выявление звезд с аномальным усилением одного конца спектра по методике, выработанной Е. Перро [2].

Выработанная здесь методика наблюдений вполне пригодна также для ведения спектральных обзоров во второй, длиннофокусной схеме телескопа. В этом случае особенно удобно применение в качестве фильтров тонких окрашенных пленок. Использование соответствующей предобъективной диспергирующей среды в комбинации с окрашенными пленками дает возможность вести спектральные микрообзоры т. е. получать крупномасштабные снимки особо интересных малых объектов или тесных группировок звезд, связанных со структурными деталями туманностей. К сожалению возможности спектральных обзоров здесь ограничены меньшей светосилой второй оптической схемы телескопа.

Ноябрь, 1961.

ON THE POSSIBILITIES GIVEN BY SELECTIVE ABSORPTION FILMS

M. V. DOLIDZE

(Summary)

The method of application of absorption films with some astrophysical aims is suggested.

November, 1961.

ЛИТЕРАТУРА

1. Morgan W. W., Meinel A. B., Johnson Hugh., Spectral classification with exceedingly low dispersion. *Aph. J.* 1954, 120, 506—508.
2. Perraud Hélène, Listes et classifications d'étoiles à émission, S et, C, trouvées dans divers champs pris aux prismes objectifs à vision directe *Journ. des Obs.* 1961, 44, 149—152.

ФАЗОВЫЙ ФИЛЬТР С САМОНАСТРОЙКОЙ

Л. В. КСАНФОМАЛИТИ

Узкополосные фильтры, применяемые в избирательных усилителях, как правило, имеют фиксированную частоту настройки, поэтому требования к стабильности частоты сигнала тем выше, чем уже полоса. С другой стороны, весьма узкополосные фильтры малостабильны.

Фазовые детекторы являются наиболее совершенным устройством, полоса пропускания которого определяется свойствами выходной цепи по постоянному току. Недостатками фазового детектора является необходимость точной синфазности сигнала и опорного напряжения и невозможность отличить изменения выходного напряжения по изменению амплитуды сигнала от изменений по изменению фазы сигнала.

В предлагаемой статье описывается стабильно действующее устройство, которое, подобно фазовому детектору, может обладать чрезвычайно узкой полосой пропускания, но, в отличие от него, нечувствительно к фазовым сдвигам. С другой стороны, в отличие от селективных фильтров, стабильность частоты не требуется и при весьма узкой полосе допускается значительный уход несущей частоты.

1. Узкополосные системы

Если под электронными астрономическими приборами подразумевать сложные многоламповые поляриметры, спектрометры, различные фотометры, а также радиоастрономические приемники, то основной задачей, возникающей при конструировании этих приборов, является выделение слабых сигналов на фоне значительных шумов. Диапазон задач многообразен: счет отдельных фотоэлектронов; измерения тысячных звездной величины; интенсивности радионизлучения в доли градуса и т. д. В настоящее время для многих из этих целей разработаны сравнительно простые методы, позволяющие приблизиться к теоретическому порогу лучших приемников излучения. Как правило, в большинстве современных приборов применяется модуляция принимаемого излучения, с детектированием после соответствующего усиления. Если используется квадратичный или линейный детектор, необходим узкополосный фильтр для повышения отношения сигнал — шум ρ , ибо при заданной спектральной интенсивности шума $w(f)$, величине сигнала X и ширине полосы пропускания $\Delta f = (f_2 - f_1)$, отношение ρ будет тем больше, чем уже полоса:

$$\rho = \frac{X^2}{\int_{f_1}^{f_2} w(f) df}$$

В случае применения фазового детектора, роль узкополосного фильтра обычно выполняется последующим фильтром постоянного тока, что является огромным преимуществом этого типа детектора. Хотя он значительно выгоднее квадратичного и линейного [1], его применение ограничено сигналом с фиксированной фазой. В других случаях обычно применяются узкополосные фильтры в комбинации с двумя другими типами детекторов.

Использование низких частот модуляции [2] вызывается малой интенсивностью принимаемого излучения и заставляет прибегать к RC-фильтрам, которые предпочтительнее LC-фильтров из-за более узкой технически достижимой полосы. Однако, и у них имеются два ощутимых недостатка: стабильность фильтра тем хуже, а требования к постоянству несущей тем выше, чем уже полоса. Если учесть, что астрономическая электронная аппаратура работает на открытом воздухе в тяжелых условиях меняющейся температуры, легко понять, что чрезмерное сужение полосы может оказаться вредным. Из опыта автора: аппаратура с частотой модуляции 117 гц (стабильность $\pm 0,01\%$ в час) и полосой пропускания $12\Delta = 2$ гц, монотонная нестабильность коэффициента усиления после часового прогрева составляет 1—2% за ночь зимой, в то время как летом возрастает до 5—10%. Охлаждение естественное, через широкие вентиляционные щели; рассеиваемая мощность 120 вт в объеме 0,029 м³.

2. Сверхузкополосный стабильный фильтр

Резонансные и квазирезонансные фильтры являются технически сложным, но примитивным по идее решением. Предлагаемое ниже стабильно действующее устройство, позволяющее получить принципиально сколь угодно узкую полосу пропускания, требует, чтобы сигнал был синхронизирован с некоторым переменным напряжением, к стабильности частоты которого не предъявляется никаких требований (если это допускается другими элементами схемы), причем фаза сигнала относительно опорного напряжения не только произвольна, но даже может меняться в течение измерения. Такая картина наблюдается, в частности, в электронных поляриметрах с вращающимся анализатором [3], а также в любых других устройствах, где наблюдается случайный или закономерный уход фазы, частоты или и того, и другого.

Идея фильтра заключается в том, что фаза опорного напряжения автоматически подстраивается под среднюю по заданному времени фазу детектируемого переменного напряжения и следит за ней*. Фильтр такого типа можно назвать фазовым детектором с плавающей фазой. Он является чем-то средним между фазовым и линейным детекторами и, в зависимости от постоянной времени, может быть и тем и другим. Если она близка к периоду детектируемого напряжения, устройство работает как обычный линейный детектор; если время настройки стремится к бесконечности,—это фазовый детектор. Промежуточные значения дают линейный детектор с предшествующим фильтром, пропускающим полосу, обратную значению постоянной времени.

Применительно к электронному поляриметру с вращающимся анализатором устройство имеет следующий вид (рис. 1 и 2). С анализатором жестко связан бесконтактный датчик 1, дающий четыре импуль-

* Мысль о возможности создания такого устройства была высказана сотрудником ГАИШ М. М. Поспергелисом в начале 1961 г. в беседе с автором.

са «а» на один оборот. За это время наблюдаются два периода модуляции света анализатором, причем эта кривая «б» расположена относительно четырех импульсов произвольно. Каждый из последних запускает блок управляемой задержки 2, цикл которого «в» заканчивается до прихода следующего импульса. Время, которое этот блок будет находиться в возбужденном состоянии, определяется управляющим напряжением. Оно вырабатывается нулевым фазовым детектором 4 по детектируемому сигналу, подвергнутому усилению и ограничению («д») в блоках 6 и 7. Форма опорного напряжения «г» для него дается триггером 3, который опрокидывается от задних фронтов кривой «в». Выходное напряжение детектора 4 через цепь накопления 5 поступает на вход управления задержки 2, чем осуществляется обратная связь. Если она отрицательна, а коэффициент усиления достаточен, схема придет в устойчивое состояние в том случае, когда напряжение на выходе цепи накопления 5 станет близким к нулю, что соответствует показанному на рис. 1 расположению кривой «г» относительно «б». В самом деле, любое его отклонение вызовет обратное по знаку смещение времени задержки, и, следовательно, возврат схемы к равновесию.

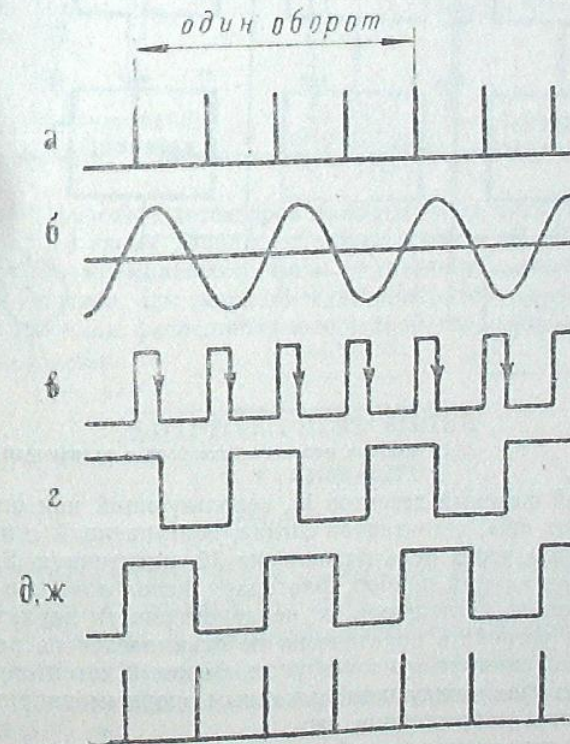


Рис. 1. Диаграммы напряжений в фазовом фильтре с самонастройкой.

Для получения выходного сигнала, подлежащего измерению, необходимо сдвинуть полученное опорное напряжение на $\pi/4$ в механической или $\pi/2$ в электрической системах («д»). Даже при постоянной

скорости вращения анализатора не следует применять фиксированную задержку, ибо это значительно снизит точность устройства и лишит его универсальности. Необходимо использовать подобную описанной не сложную систему, следящую за «нулем» на выходе вспомогательного фазового детектора 10 с помощью блока управляемой задержки 8 и триггера 9. Опорным напряжением является кривая «г», а триггер 9 работающий от задержанных импульсов «е», дает «сигнал» — кривую «ж».

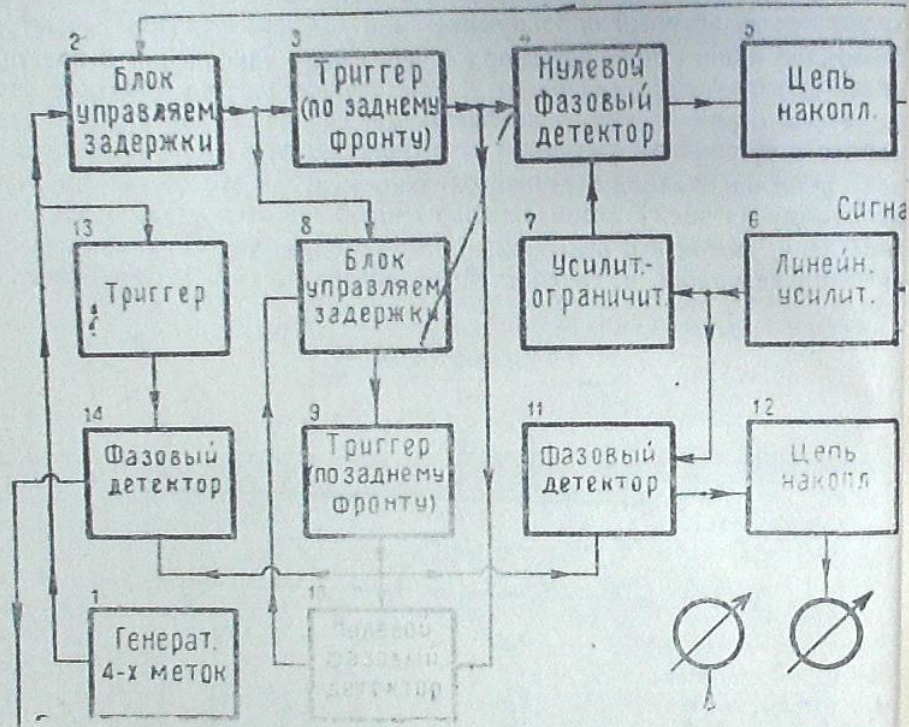


Рис. 2. Блок-схема фазового детектора с плавающей фазой.

Основной фазовый детектор 11, использующий как опорное напряжение кривую «ж», детектирует сигнал, поступающий с выхода усилителя 6, а затем через цепь накопления 12, идентичную 5, направляет его на измерительный прибор. Благодаря использованию синусоидального напряжения, погрешность от неравномерности характеристик двух предыдущих устройств практически не сказывается на результате.

Для измерения фазы используется фазовый детектор 14, выделяющий разность фаз между незадержанным опорным напряжением «а» и сфазированным напряжением «ж».

В целях устранения нестабильностей показаний фазометра, что может возникнуть при измерениях сигналов с фазой 0 или π , используются два датчика 1, сдвинутых один относительно другого на $\pi/4$ автоматически переключаемых по мере приближения к указанным углам (с соответствующей индикацией на выходе).

После рассмотрения устройства ясно, что полоса пропускания определяется только цепью накопления 5, и, следовательно, может быть

сделана очень узкой. В то же время крупнейшими достоинствами схемы является полное отсутствие нестабильных элементов и нечувствительность к изменениям частоты несущей. Подобное устройство может быть полезным и в установках, не содержащих элементов механики, но подверженных фазовым сдвигам.

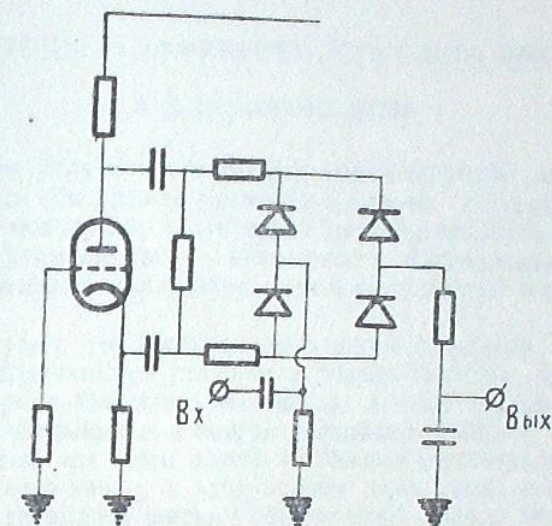


Рис. 3. Двухнаправленный ключевой детектор.

В качестве фазовых детекторов рекомендуется использовать приведенную на рис. 3 схему двухнаправленного ключа. Диоды могут быть вакуумными или кремниевыми. Блок управляемой задержки может быть выполнен либо как ждущий мультивибратор, как это описывалось выше, либо как фазосдвигающее устройство любого типа.

Январь, 1962.

ADAPTIVE PHASE FILTER

L. V. XANFOMALITY

(Summary)

A new ultranarrowband device is described. It possesses all the advantages of the narrowband filter and of the synchronous rectifier as well. From the other hand the device permits considerable frequency and phase drift even during the measurement without any distortion of the result. Notwithstanding the very narrow band, stability of the device is high.

January, 1962.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ван-дер-Зил. Флуктуации в радиотехнике и физике. М.-Л., 1958.
2. Л. В. Ксанфомалити. Выбор режима фотоумножителя. ПТЭ, 1962, № 2, 121.
3. Л. В. Ксанфомалити. Автоматический электронный поляриметр, авт. свид. № 146070 с приоритетом от 14 марта 1961 г.